

Evaluación de habilidades cognitivas para la resolución de problemas en un curso de introducción a la programación

Gladys Dapozo, Cristina Greiner, Raquel Petris, María Cecilia Espíndola, Ana María Company

Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura
Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Av. Libertad 5450, 3400, Corrientes, Corrientes,
Argentina
{gndapozo, cgreiner, rpetris, mcespindola, accompany}@exa.unne.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de la medición del grado de adquisición de las habilidades cognitivas, asociadas con el pensamiento computacional, que se fomentan a través de un método de resolución de problemas que incorpora las herramientas conceptuales y herramientas del lenguaje que constituyen el enfoque de enseñanza de programación en esta asignatura. Los estudiantes que participaron de esta experiencia son ingresantes de una carrera de Informática. El dictado de esta asignatura, por las restricciones a la presencialidad impuestas por la pandemia Covid19, se realiza en modalidad virtual, por tanto, se aprovecharon también los recursos disponibles en el aula virtual de la asignatura, implementado en la plataforma Moodle del Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED) de la UNNE. Estos resultados dan cuenta del logro de los objetivos de esta estrategia que utiliza la programación en bloque, con un enfoque lúdico, y un método de resolución de problemas que fomenta la adquisición de las habilidades cognitivas, asociadas con el pensamiento computacional. Este método acompañará como recurso didáctico transversal la continuación del dictado de la asignatura, que utiliza el lenguaje de programación C para implementar los conceptos y técnicas de algoritmos y estructuras de datos.

Palabras clave: Habilidades del Pensamiento Computacional. Enseñanza de la programación. Método de resolución de problemas.

Introducción

En los inicios de la primera década del año dos mil, a nivel mundial y en distintos países del mundo, entre ellos Argentina, comienza a forjarse el concepto del Pensamiento Computacional (PC). Este consiste en resolver problemas cotidianos mediante el uso de los conceptos fundamentales de la programación informática, cuyas soluciones pueden ser representadas mediante una serie de pasos o instrucciones.

Es más que una habilidad para resolver problemas, en muchos contextos puede ser útil tanto en lo personal como en los aspectos profesionales, es por ello que Jeannette M. Wing [1] sostiene que es una aptitud necesaria a desarrollar para cualquier persona, iniciando esta disciplina desde la formación inicial.

En otras palabras, se trata del proceso mental a través del cual, ante un problema planteado, para su posible solución utiliza una secuencia de instrucciones aplicando habilidades propias de la computación y del pensamiento crítico.

Los entornos lúdicos son ideales para desarrollar el pensamiento lógico, y actualmente la tecnología está incorporada en la educación, por ende, es fundamental que hasta los más pequeños sean capaces de crear y de aplicar soluciones basadas en la tecnología. De esta forma pasar de consumidores a prosumidores.

Por otra parte, la enseñanza de la programación continúa siendo debatida en cuanto a metodologías, herramientas y entornos que favorezcan el aprendizaje por parte de los estudiantes, principalmente los universitarios que inician su formación en las Ciencias de la Computación.

El desarrollo de habilidades cognitivas como la capacidad de abstracción, una buena aptitud lógico-matemática y la facilidad para la resolución de problemas de orden algorítmico, son muy importantes al momento del aprendizaje de los fundamentos de programación [2].

Aprender programación incluye el aprendizaje de la teoría, es decir conceptos básicos y algoritmos, así como también una parte práctica que incluye dominar la habilidad de usar un entorno moderno para el desarrollo del programa y desarrollar el pensamiento computacional a través de múltiples problemas diferentes, siguiendo una metodología y un lenguaje de programación previamente seleccionado [3].

Las actividades de aprendizaje asociadas a la programación de computadoras han sido reconocidas con alto grado de dificultad, según los antecedentes descriptos en [2].

Aprender a programar computadoras es un proceso difícil para los estudiantes que se inician, y constituye un desafío a las metodologías de enseñanza-aprendizaje utilizadas por los docentes [4].

Martínez López [5] presenta un enfoque novedoso para la enseñanza de la programación guiado por la necesidad de focalizar el aprendizaje en el proceso de abstracción, y en los conceptos fundamentales, transversales a todos los paradigmas y lenguajes, y describe un marco conceptual que incluye dos grupos de conceptos técnicos: las herramientas conceptuales y las del lenguaje. Las herramientas conceptuales son tres: 1) la noción de estrategia de solución y su explicitación en división en tareas o bloques; 2) la noción de que los programas son un medio de comunicación entre personas, por lo que es importante que sean legibles, lo que conlleva la elección de nombres adecuados para los bloques o módulos de un programa; 3) la noción de algorítmica básica, expresada en la idea de recorrido y control de la secuencia.

Las herramientas del lenguaje se pueden clasificar según el tipo de elementos que describen:

1. *Comandos*: Describen acciones y se clasifican en:
 - “primitivas”, acciones elementales que la máquina puede ejecutar,
 - “procedimientos”, plasman de manera precisa la noción de abstracción, permiten explicitar la división en tareas.
 - Repetición simple y condicional, aumentan el poder expresivo del programador al habilitar o facilitar comportamientos complejos.
 - Alternativa condicional, habilitan cursos de acción, basándose en una condición.
2. *Expresiones*: Se utilizan para describir datos, y por ello son equiparables a los “sustantivos” de un lenguaje natural. Las expresiones pueden ser: nombres que representan información de manera indirecta, por ejemplo, parámetros y variables, y sensores y datos primitivos que representan la información que la máquina puede recolectar del medio ambiente en el que se ejecuta.

El seguimiento y análisis de la respuesta de los estudiantes a las diferentes estrategias docentes que se ponen en juego en cada proceso de enseñanza aprendizaje contribuye con información que permite mejorar las propuestas didácticas en pro de lograr los mejores resultados posibles. Mayor relevancia aún cobra la necesidad de recabar evidencias del aprendizaje de los estudiantes en las actuales circunstancias de enseñanza en la virtualidad que se generó debido a la pandemia durante los ciclos lectivos 2020-2021. En [6] se describe una metodología de enseñanzas que puso el foco en la evaluación formativa mediante el uso de rúbricas que aportaron información a modo de *feedback* de los estudiantes, permitiendo medidas correctivas para lograr los objetivos antes señalados.

En este trabajo se muestran los resultados de una medición temprana del grado de adquisición de las habilidades cognitivas, asociadas con el pensamiento computacional, que se fomentan a través de un método de resolución de problemas que incorpora las herramientas conceptuales y herramientas del lenguaje que constituyen el enfoque de enseñanza de programación en esta asignatura.

Metodología

El curso impartido se desarrolla en la materia Algoritmos y Estructuras de Datos I, ubicada en el primer cuatrimestre del primer año de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información. Este espacio curricular es, en la mayoría de los casos, el primer contacto que tienen los estudiantes con la programación de computadoras.

En las dos primeras semanas del inicio del cursado, ciclo lectivo 2021, se desarrolló un módulo de Introducción a la programación mediante programación por bloques, con el objetivo de introducir a los alumnos en la utilización de metodologías y herramientas accesibles para aprender los conceptos básicos de programación, mediante actividades entretenidas y amenas, buscando fortalecer el pensamiento computacional vinculado a la resolución de problemas. Las actividades se realizaron con el uso de la herramienta Pilas Bloques, una plataforma que fue creada para el aprendizaje inicial de la programación. Esta aplicación permite a los alumnos trabajar los conceptos básicos de programación, experimentando con los procesos lógicos de los algoritmos y resolviendo retos bajo el formato de juegos ó desafíos. Las actividades realizadas están basadas en el curso de Introducción a la Programación, elaborado por la Fundación Sadosky [6].

Además, para resolver los desafíos se propuso el uso de un método de resolución de problemas, que sirve para asimilar con mayor facilidad la tarea de programar y facilitar la transición hacia la programación “convencional” mediante la aplicación de este método, que está basado en incorporar los conceptos básicos de la programación (herramientas del lenguaje) y consolidar el pensamiento computacional que se requiere para la programación (herramientas conceptuales).


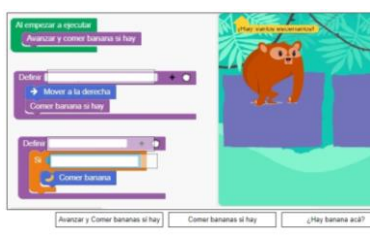
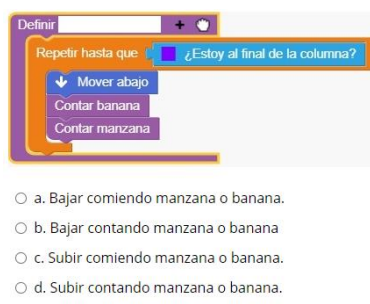
A continuación, en la tabla 1 se presentan los pasos que componen el método:

Tabla 1: Método de resolución de problemas

Primer paso	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar el problema (Observar el escenario) - Leer detenidamente la consigna - Determinar el QUE (objetivo) - Pensar una solución global - Definir un nombre representativo para la solución
Segundo paso	Detectar “patrones” (Situaciones que se repiten y cuya solución se puede reutilizar)
Tercer paso	<ul style="list-style-type: none"> - Pensar una estrategia - Dividir el problema en tareas (procedimientos) - Pensar nombres representativos para las tareas
Implementar la solución en la herramienta tecnológica a utilizar (en este caso, PilasBloques)	
Escribir la solución implementando cada parte que compone la estrategia ➔ Programar	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar las primitivas disponibles - Determinar el COMO de cada tarea o procedimiento - Armar la solución final con: <ul style="list-style-type: none"> o las primitivas o los procedimientos o las repeticiones o las alternativas
Verificar la solución	Ejecutar y comprobar que se haya logrado el objetivo establecido en el primer paso (calculando previamente el resultado esperado)

Al finalizar este módulo se realizó una evaluación, a través del recurso cuestionario en la plataforma Moodle de UNNE Virtual. El cuestionario estaba conformado por preguntas cerradas y preguntas abiertas. Las preguntas cerradas se orientaron a recabar información sobre la comprensión de los conceptos de “primitivas”, “procedimientos” y “legibilidad”, pensando esta última como la adecuada denominación de los procedimientos. Las preguntas cerradas del cuestionario se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Preguntas cerradas de la evaluación

Pregunta 1 (P1) En las siguientes imágenes, identifique una “primitiva”.	
Pregunta 2 (P2) Seleccione la opción correcta	<p>Una “primitiva” expresa:</p> <ol style="list-style-type: none"> Una instrucción que indica el programador Una secuencia de comandos Lo que el autómata sabe hacer
Pregunta 3 (P3) Completar en los los procedimientos el nombre que le corresponde.	
Pregunta 4 (P4) El procedimiento muestra una repetición, primitivas y llamadas a otros procedimientos. ¿Cuál sería el nombre más adecuado para el procedimiento? Elegir una opción.	 <ol style="list-style-type: none"> Bajar comiendo manzana o banana. Bajar contando manzana o banana Subir comiendo manzana o banana. Subir contando manzana o banana.

Las preguntas abiertas se formularon en base a una actividad que los alumnos debían resolver: “El Mono que Sabe Contar” (Fig. 1), y se orientaron a detectar la correcta aplicación de las herramientas conceptuales: definir y explicitar una estrategia de solución; observar, identificar y explicitar el “patrón” que apareciera en el desafío; y el grado en que internalizaron la

utilización del método de resolución de problemas.

Desafío: El mono debe recorrer todas las casillas y contar cuántas bananas y manzanas hay en total. Pista: primero pensá en cómo contarías si hay una manzana o una banana en una casilla determinada. Luego pensá como harías para contar todas las frutas de una sola columna

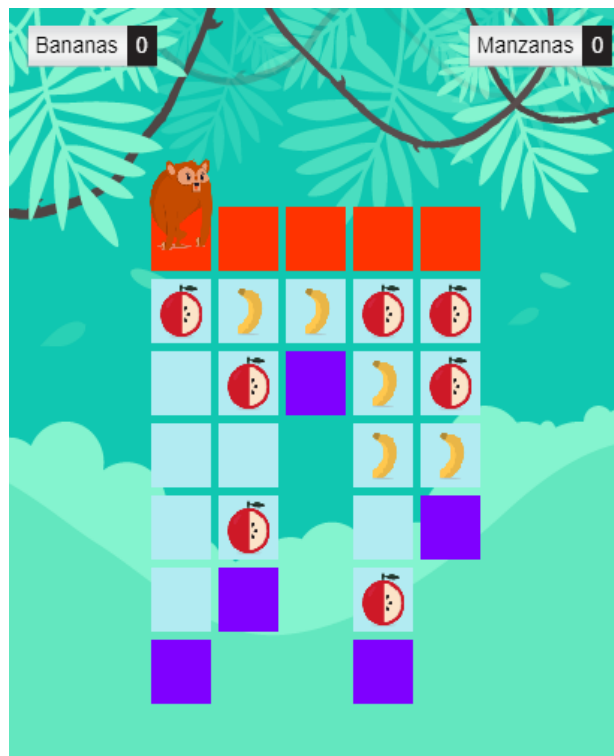


Figura 1. Desafío “El mono que sabe contar”

Las preguntas abiertas, que corresponden al 60% del puntaje de la evaluación, son las que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Preguntas abiertas

Pregunta 5 (P5) Identificar el patrón	Acceder al desafío <i>El Mono que sabe contar</i> , ubicado en la categoría Repetición Condicional de PilasBloques. Observar el escenario, identificar el “patrón” y explicarlo.
Pregunta 6 (P6) Escribir la estrategia	Siguiendo con el desafío <i>El Mono que sabe contar</i> , escribir la “estrategia” pensada para ayudar al mono a cumplir su objetivo.
Pregunta 7 (P7) Resolver el desafío	Resolver el desafío <i>El Mono que Sabe Contar</i> . Subir el archivo de la solución a la Tarea definida en el aula virtual

Se diseñó una rúbrica para facilitar la calificación y detectar el grado de comprensión de los conceptos involucrados en cada pregunta. Se definieron categorías, desde la respuesta más satisfactoria (Mejor caso) a la menos satisfactoria (Peor caso). Cada categoría describe las características de la respuesta y su calificación numérica asociada, tal como se indica en las tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4. P5-Identificar el patrón

Mejor caso	Identifica patrones y los explica correctamente (1 pto)
Caso probable	Identifica patrones, pero NO los explica correctamente (0,5 ptos)
Peor caso	No identifica patrones (0 ptos)

Tabla 5 P6-Escribir la estrategia

Mejor caso	La solución implementa la estrategia definida, la descomposición en procedimientos es correcta y utiliza nombres adecuados (3 ptos)
Caso probable	La solución implementa la estrategia definida, la descomposición en procedimientos es correcta y, pero no utiliza nombres adecuados (2 ptos)
Caso deficiente	La solución implementa la estrategia definida pero la descomposición en procedimientos no es correcta (1 pto)
Peor caso	La solución está incompleta o no fue realizada (0 ptos)

Tabla 6. P7-Resolver el desafío

Mejor caso	Definió una estrategia correcta, la descomposición en procedimientos de la estrategia es correcta y utiliza nombres adecuados (2)
Caso probable	Definió correctamente la estrategia, la descomposición en procedimientos es correcta pero no utiliza nombres adecuados (1)
Caso deficiente	Definió una estrategia, pero no es óptima (0,5)
Peor caso	No define estrategia (0)

Contestaron el cuestionario 394 estudiantes. Para su evaluación se accedió a la funcionalidad Calificaciones de Moodle y se asignó a cada pregunta abierta la calificación que, según la respuesta del alumno, se asociara a la categoría apropiada, de las definidas en la rúbrica. Finalizada la calificación, se descargó del aula virtual la planilla de calificaciones en formato Excel, y se analizaron los resultados, que se presentan en la siguiente sección.

Resultados

Respecto a las preguntas cerradas, de tipo *multiple choice*, orientadas a conocer el grado de comprensión de los estudiantes sobre los conceptos de “primitivas”, “procedimientos” y “legibilidad”, nociones básicas en la introducción a la programación, en la tabla 7 se observa que casi en su totalidad los alumnos respondieron de manera correcta:

Tabla 7. Preguntas P1 a P4

	1	0,67	0,33	0	Total
Primitiva	380			14	394
Primitiva	366	1	21	6	394
Procedimiento	386			8	394
Legibilidad	383			11	394

En relación a la detección de patrones, en la Fig. 2 se observa que un alto porcentaje (54% + 31%) desarrolló la capacidad de identificar patrones. De este grupo, la mayoría además los pudo explicar correctamente.

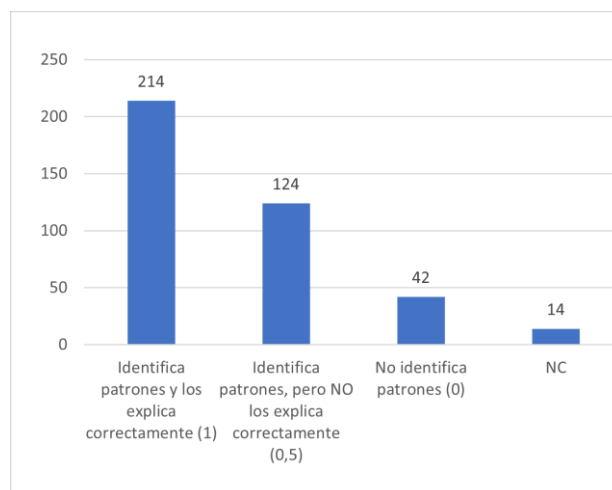


Figura 2: P5-Identificar y explicar patrones

Durante el entrenamiento con la aplicación del método de resolución se hace énfasis en la definición de una estrategia, como una serie de acciones meditadas, encaminadas hacia un fin determinado, es decir, hacia el cumplimiento del objetivo. De las respuestas obtenidas a la pregunta 6, que se muestran en la Fig. 3, se deduce una alta capacidad para la definición de una estrategia (55% + 26%), observándose una menor capacidad para la asignación de nombres apropiados para las subtareas, característica muy deseable, dado que está relacionada con la legibilidad de la solución.

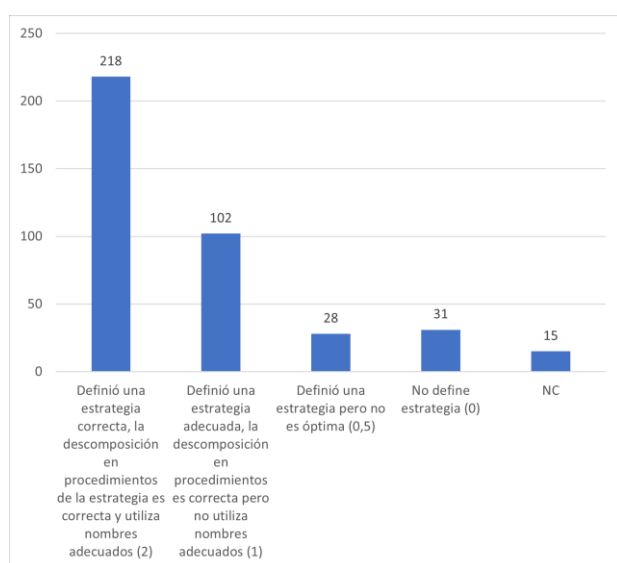


Figura 3: P6-Definición de estrategia e identificación de módulos

Finalmente, respecto a la solución propuesta para el desafío, cuyos resultados se muestran en la Fig. 4, si bien es coherente que en la misma se observe el uso de nombres poco adecuados, como ya fuera observado en la definición de la estrategia, un 44% logró el mayor nivel de puntuación, aplicando correctamente el método de resolución de problemas, y respetando las buenas prácticas de programación señaladas durante el entrenamiento.

Es un porcentaje significativo considerando las características de los estudiantes de primer año que, en general, les cuesta acomodarse al formato de la universidad. En esta experiencia en particular, el enfoque lúdico hace que sea atractivo y motivador para los estudiantes, pero a la vez, requiere un gran esfuerzo de los docentes en que se enfoquen en la aplicación del

método de resolución de problemas, que requiere reflexionar y planificar la solución, antes de intentar resolver el desafío. Pero, muchas veces el entusiasmo por resolver el desafío los lleva a lograr el resultado sin tener en cuenta las recomendaciones metodológicas. En la Fig. 4 se puede observar que solo 54 (13%) no llegaron a resolver el desafío.

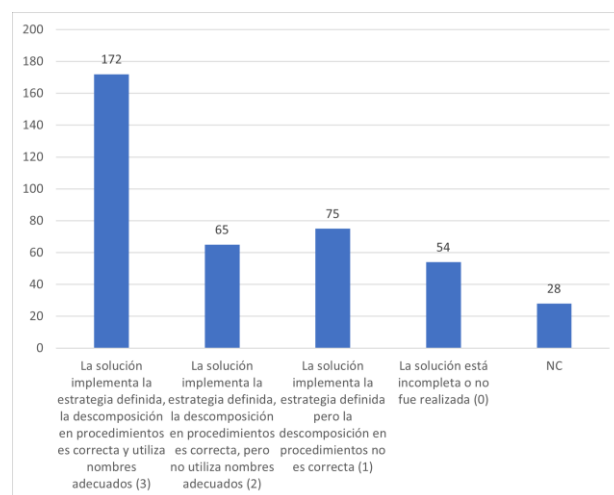


Figura 4: P7-Resolver el desafío

Conclusiones

Estos resultados dan cuenta del logro de los objetivos de esta estrategia particular de abordar la programación en bloque, con enfoque lúdico, y un método de resolución de problemas que considera las herramientas conceptuales y las del lenguaje, y fomenta la adquisición de las habilidades cognitivas, asociadas con el pensamiento computacional. Este método acompañará como recurso didáctico transversal la continuación del dictado de la asignatura que utiliza el lenguaje de programación C para implementar los conceptos y técnicas de algoritmos y estructuras.

En la modalidad de dictado virtual, estas acciones están facilitadas por los múltiples recursos que la plataforma Moodle pone a disposición de los docentes, con la gran ventaja, además, que los datos para el análisis pueden ser descargados fácilmente, para realizar análisis y obtener información.

Referencias

- [1] Wing, J. M. (2006). “Computational Thinking”. Communications of the ACO. Vol. 49, No. 3
- [2] Javier, A.; Jiménez-Toledo, Cesar Collazos, Oscar Revelo-Sánchez, “Consideraciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje para un primer curso de programación de computadores: una revisión sistemática de la literatura”. Instituto Tecnológico Metropolitano. TecnoLógicas, vol. 22, 2019.
- [3] Djenic, S.; Mitic, J. “Teaching Strategies and Methods in Modern Environments for Learning of Programming”. Conferencia Internacional IADIS sobre Cognición y Aprendizaje Exploratorio en la Era Digital. Portugal, octubre 2017. <https://eric.ed.gov/?id=ED579455>
- [4] López Reguera, J.; Hernández Rivas, C.; Farran Leiva, Y. “Una plataforma de evaluación automática con una metodología efectiva para la enseñanza/aprendizaje en programación de computadores”. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 19 N° 2, 2011, pp. 265-277.
- [5] Martínez López, P. E. (2013) Las bases conceptuales de la Programación. Una nueva forma de aprender a programar. Recuperado de <https://tuxinhamazona.files.wordpress.com/2015/04/bases-conceptuales-programacion.pdf>
- [6] Gladys Dapozo, Cristina Greiner, Raquel Petris, María Fernanda Piragine, Ana María Company, María Cecilia Espíndola. Estrategias de evaluación formativa en la enseñanza de programación en modalidad remota de emergencia. Libro de actas XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2020). Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/114458>
- [7] Factorovich, P. M. y Sawady O'Connor, F.A. (2017). *Actividades para aprender a Program.AR*. Recuperado de <http://program.ar/descargas/manual-docente-descarga-web-v2017.pdf>